

*Linde*

BESCHREIBUNG  
EINER  
WASSERSTOFF-  
GEWINNUNGS-ANLAGE  
SYSTEM LINDE

GESELLSCHAFT  
FÜR LINDE'S EISMASCHINEN A.-G.  
ABT. GASVERFLÜSSIGUNG  
HÖLLRIEGELSKREUTH BEI MÜNCHEN

ALS MANUSKRIFT GEDRUCKT.

---

MÜNCHEN 1938

*Der Inhalt dieser Beschreibung ist dritten Personen gegenüber als vertraulich und geheim zu betrachten; die Weiterverbreitung durch Druck oder Schrift, auch auszugsweise, ist ausdrücklich untersagt.*

## Beschreibung einer Wasserstoff- Gewinnungsanlage.

Die Gaszerlegungsanlagen weichen je nach der Beschaffenheit des zu zerlegenden Rohgases und nach der Art und Zusammensetzung des zu erzeugenden Reingases oder Gasgemisches mehr oder weniger voneinander ab. In der folgenden Darstellung kann auf diese Unterschiede nicht eingegangen werden; es wird eine Zerlegungsanlage beschrieben, die zur Zerlegung von Koksofengas der üblichen Zusammensetzung und zur Erzeugung von reinem Wasserstoff dient.

Eine solche Zerlegungsanlage besteht aus den zwei Hauptteilen: Stickstoff-Gewinnungsanlage und eigentliche Wasserstoff-Gewinnungsanlage.

In der Stickstoff-Gewinnungsanlage wird aus der atmosphärischen Luft reiner Stickstoff mit einem Gehalt an Sauerstoff von höchstens 0,1% hergestellt. Dieser Stickstoff dient im Wasserstoff-Gewinnungsapparat zur Erzeugung der zum Zerlegungsvorgang notwendigen Kälte. Die Stickstoff-Gewinnungsanlage soll hier nicht näher behandelt werden, wir verweisen auf unsere Schrift: „Beschreibung und Betriebsvorschrift für Sauerstoff- und Stickstoffanlagen“.

In der eigentlichen Wasserstoff-Gewinnungsanlage<sup>1)</sup> werden alle Nebenbestandteile aus dem Koksofengas nacheinander ausgeschieden und Wasserstoff mit einer Reinheit von etwa 98,0% erzeugt. Eine Anlage mit mehreren Einheiten besteht aus:

1. den Koksofengasverdichtern,
2. den Stickstoffverdichtern,
3. den Vakuumpumpen,
4. der Benzolausscheidung (nicht überall vorhanden),
5. der Kohlensäureauswaschung,

<sup>1)</sup> Siehe Tafel 21

6. den Vorkühleinrichtungen,
7. den Koksofengas-Zerlegungsapparaten.
8. der Auftauvorrichtung und
9. den Verbindungsleitungen zwischen diesen Maschinen und Apparaten.

1. Das von den Koksöfen kommende, in der Kokerei vorge-reinigte Koksofengas wird von den Koksofengasverdichtern angesaugt und in 2 oder 3 Stufen auf den zur Gaszerlegung notwendigen Druck von in der Regel etwa 16 atü verdichtet.

2. Die Stickstoffverdichter sind 5stufige Maschinen, die den in der Stickstoffanlage erzeugten Stickstoff im Dauerbetrieb auf ungefähr 120 atü, beim Abkühlen eines Koksofengas-Zerlegungsapparates auf höchstens 200 atü verdichten.

3. Durch die Vakuumpumpen wird ein Teil des zur Kälte-erzeugung dienenden Stickstoffes unter Unterdruck aus dem Zerlegungsapparat abgesaugt und in die Stickstoffsammelleitung zurückgegeben.

4. Von den Koksofengasverdichtern wird das Gas zunächst zur Benzolausscheidung gedrückt, wo es von Benzol und ähnlichen Bestandteilen bis auf weniger als  $1 \text{ g/m}^3$  befreit wird. Bei Anlagen, in denen das Koksofengas bereits in der Kokerei einer wirksamen Benzolwäsche unterzogen wurde, fällt diese Ausscheidung meist weg.

Die Benzolausscheidung<sup>1)</sup> besteht aus einem zweiästigen Gegenstromkühler und zwei Ammoniakkühlern. Das vom Verdichter kommende Koksofengas durchströmt in der Regel zunächst den einen Ast des Gegenstromkühlers, wo es durch das vom Ammoniakkühler kommende kalte benzolfreie Gas auf etwa  $-10^\circ$  abgekühlt wird. Von hier geht es durch einen der beiden Ammoniakkühler, um hier weiter auf etwa  $-30^\circ$  abgekühlt zu werden. Nach dem Ammoniakkühler strömt das nun benzolfreie Gas zurück zu dem ersten Ast des Gegenstromkühlers, wo es in der bereits beschriebenen Weise seine Kälte an das ankommende Gas abgibt und sich dabei erwärmt. Darauf geht es durch den zweiten Ast des Gegenstromkühlers, um diesen aufzutauen. Durch die Abkühlung des Gases werden das in ihm enthaltene Wasser und Benzol entsprechend der herrschenden Temperatur in flüssiger oder fester Form ausgeschieden. Die in dem Gegen-

<sup>1)</sup> Siehe Tafel 31

stromkühler anfallende Flüssigkeit läuft von selbst in einen Kessel ab, während die festen Abscheidungen allmählich zur Verstopfung der Querschnitte der Kühler führen. Daher ist es notwendig, in regelmäßigen Zeitabständen die Äste umzuschalten und die verstopften aufzutauen. Bei dem Gegenstromkühler geschieht dies, wie bereits angeführt, durch das benzolfreie Gas, bei den Ammoniakkühlern durch Verflüssigung von unter Kondensator-druck stehenden Ammoniakdämpfen. Beim Auftauen des Gegenstromkühlers fließt das Wasser und Benzol in den Kessel ab, von wo es durch ein Entspannungsventil in Vorratsbehälter oder dergleichen abgeführt werden kann. Das beim Auftauen der Ammoniakkühler anfallende Benzol wird unmittelbar durch an den Kühlern selbst angebrachte Entspannungsventile in die Benzolsammelleitung abgeführt.

5. Nach der Benzolausscheidung gelangt das Koksogas in die Kohlensäureauswaschung, in der es von der Kohlensäure befreit wird. Die Kohlensäure muß deswegen aus dem Gas herausgenommen werden, weil sie im Koksogas-Zerlegungsapparat in fester Form ausfallen und binnen kurzer Zeit dessen Querschnitte verlegen würde. Die Einrichtung<sup>1)</sup> besteht aus einem Wasserwaschturm, in dem der Hauptteil der Kohlensäure durch Druckwasser entfernt wird, und zwei hintereinander geschalteten Laugewaschtürmen, in denen der Rest der Kohlensäure durch Ätznatron absorbiert wird.

Das für den Wasserturm erforderliche Druckwasser wird durch eine Kreiselpumpe auf etwa 17 atü gedrückt und in den Turm durch eine Brause eingespritzt. Das Wasser rieselt in dem mit Raschig-Ringen gefüllten Turm abwärts und nimmt die im aufsteigenden Koksogas enthaltene Kohlensäure bis auf ungefähr 0,3% durch Lösung auf. Das mit Kohlensäure angereicherte Druckwasser sammelt sich unten im Turm, wird von hier einer Turbine zugeführt und dort arbeitsleistend wieder entpannt. Ein großer Teil der für die Druckwasserpumpe erforderlichen Arbeit wird dadurch wieder zurückgewonnen. Pumpe, Turbine und Antriebsmotor sind miteinander gekuppelt.

Das Wasser gibt die unter Druck aufgenommene Kohlensäure bei der Entspannung zu etwa  $\frac{1}{3}$  wieder ab. Es kann nach ausreichender Entgasung in einem Entgaskessel oder einer

<sup>1)</sup> Siehe Tafel 21

Entgasergrube und nach Belüftung in einem Gradierwerk oder Balcketurm von neuem für die Kohlensäureabsorption verwandt werden.

Das Druckwasser nimmt im Wasserturm auch praktisch die gesamte Menge des im Koksofengas noch enthaltenen Benzols auf, ebenso das Azetylen. Geringe Mengen anderer Gase, Wasserstoff, Methan, Olefine usw., die sich ebenfalls im Druckwasser lösen, werden, ebenso wie ein Teil der Kohlensäure, bei der Entspannung entsprechend ihrer Löslichkeit wieder frei und können in der Entgasergrube aufgefangen werden. Die bei der Belüftung des Wassers freiwerdenden Gasbestandteile sind verloren (etwa 2,5% des Heizwertes des verarbeiteten Koksofengases); dies ist der einzige Verlust der gesamten Zerlegungsanlage, Dichtheit sämtlicher Anlagenteile natürlich vorausgesetzt.

Nach dem Wasserturm durchströmt das Gas die beiden Laugtürme hintereinander. Der untere Teil dieser beiden Türme ist als Kessel ausgebildet, in dem sich eine für etwa 8 Stunden ausreichende Menge Natronlauge befindet. Aus diesem unteren Teil saugen die Umlaufpumpen die Lauge ab und fördern sie oben auf die Türme. Durch Brausen wird wieder eine gute Verteilung über die ebenfalls mit Raschig-Ringen gefüllten Türme erreicht. Eine Laugefüllpumpe dient zum Ersatz der im Betriebe verbrauchten Lauge durch frische Lauge.

6. Vorkühleinrichtungen. Nachdem das Koksofengas auf die beschriebene Weise von Benzol, Kohlensäure, Azetylen gereinigt worden ist, muß es noch getrocknet werden, bevor es den Koksofengas-Zerlegungsapparaten zugeführt werden kann; denn auch die im Gase enthaltene Feuchtigkeit würde sehr schnell eine Verstopfung der Querschnitte der Trennapparate herbeiführen. Die Trocknung geschieht durch Kälte, wodurch gleichzeitig eine billige Vorkühlung des Gases erreicht wird. Man benutzt hierzu die Kälte der aus den Trennapparaten austretenden kalten Gase und verdampfendes Ammoniak.

Die Vorkühleinrichtung für Koksofengas besteht aus einem dreistufigen Gegenstromkühler<sup>1)</sup> und zwei (bei manchen Anlagen nur einem) Ammoniakvorkühlern.

Das Koksofengas tritt zunächst in den vorgeschalteten kleineren Gleichstromkühlerast ein, wo es durch Kohlenoxyd

<sup>1)</sup> Siehe Tafel 21

(oder Methan), das vom Trennapparat mit etwa  $-45^{\circ}$  ankommt, auf  $+3^{\circ}$  abgekühlt wird und dabei bereits einen Teil seiner Feuchtigkeit in flüssiger Form verliert. Danach strömt das Gas durch die beiden hintereinander geschalteten Hauptäste des Gegenstromkühlers. Den ersten Ast wärmt es an, im zweiten Ast wird es durch Austausch mit entgegenströmendem Wasserstoff und Methan (bzw. Kohlenoxyd), die ebenfalls mit etwa  $-45^{\circ}$  vom Trennapparat kommen, auf etwa  $-25^{\circ}$  abgekühlt. Durch Schnee- und Eisbildung verstopfen sich die Äste im Koksofengasteil, so daß sie von Zeit zu Zeit durch Umschalten aufgetaut werden müssen. Das Auftauen geschieht hier, wie beschrieben, durch Koksofengas von ungefähr  $+3^{\circ}$ .

In dem darauffolgenden Ammoniakvorkühler wird das Koksofengas durch verdampfendes Ammoniak weiter auf etwa  $-45^{\circ}$  abgekühlt und getrocknet. Die Ammoniakvorkühler sind als stehende Röhrenbündel ausgebildet und gleichen denen für Niederdruckluft, wie sie in Luftzerlegungsanlagen angewandt werden.

Der vom Stickstoffverdichter kommende Hochdruckstickstoff wird auf dieselbe Weise getrocknet und vorgekühlt. Die Einrichtung hierfür besteht ebenfalls aus Gegenstromkühler und Vorkühler, die hier als Rohrspiralen ausgeführt und innerhalb eines gemeinsamen Isolationsmantels untergebracht sind. Der Hochdruckstickstoff durchströmt zunächst die Gegenstromkühlerspirale, wo er durch den vom Trennungsapparat mit ungefähr  $-45^{\circ}$  kommenden entspannten Stickstoff auf etwa  $+2^{\circ}$  abgekühlt wird, und danach zur weiteren Abkühlung auf  $-45^{\circ}$  eine der beiden Ammoniakspiralen, die abwechselungsweise in Betrieb sind oder aufgetaut werden. Die Betriebsweise und der Aufbau dieser Kühler sind ähnlich denen der Hochdruckluft-Vorkühler der Luftzerlegungsanlagen.

7. Die Koksofengas-Zerlegungsapparate. Grundsätzlich besteht die Zerlegung des Koksofengases in einer allmählichen Abkühlung des verdichteten Gases auf immer tiefere Temperaturen, wobei sämtliche Nebenbestandteile entsprechend ihren Kondensationstemperaturen verflüssigt und abgeschieden werden, bis schließlich im gasförmigen Zustand nur noch ein Gemisch übrigbleibt, das im wesentlichen aus Wasserstoff und sehr geringen Mengen von Stickstoff und Kohlenoxyd als den

am schwersten zu verflüssigenden Gasbestandteilen besteht. Die tiefen Temperaturen werden dadurch erreicht, daß man das Koksofengas im kältesten Teil des Zerlegungsapparates mit flüssigem Stickstoff, der zum einen Teil unter geringem Überdruck, zum anderen Teil unter Vakuum siedet, abkühlt und die Kälte der aus dem Apparat abströmenden Gase auf das Koksofengas überträgt. So verlassen der nach der Abkühlung noch gasförmig verbleibende Teil des Koksofengases und die während der Abkühlung ausgefallenen Kondensate — nachdem letztere auf annähernd Atmosphärendruck entspannt wurden — den Apparat durch Gegenstromwärmeaustauscher. In diesen geben sie ihre Kälte durch ihre Verdampfung und Wiedererwärmung an das ankommende Koksofengas ab, wobei sie sich annähernd auf die Temperatur des eintretenden Koksofengases erwärmen, während das Koksofengas sich bis nahe an die Temperatur des siedenden Stickstoffs abkühlt. Mit fortschreitender Temperaturerniedrigung scheiden sich aus dem Gase zuerst die höhersiedenden, dann die tiefersiedenden Bestandteile ab. Entsprechend der gewählten Unterteilung der Gegenstromaustauscher und den in den einzelnen Teilen des Apparates erreichten Temperaturen scheiden sich in flüssiger Form drei Fraktionen aus, die nach ihren charakteristischen Bestandteilen „Äthylen“, „Methan“ und „Kohlenoxyd“ benannt werden. In dem nach der tiefsten Abkühlung gewonnenen Wasserstoff verbleiben von den anderen Bestandteilen des zerlegten Gases noch die deren Partialdrücken entsprechenden Anteile. Damit daher die Menge dieser Verunreinigungen des Wasserstoffs klein wird, muß das Gas auf eine möglichst tiefe Temperatur gebracht werden. Diese wird dadurch erreicht, daß es zuletzt durch unter Vakuum siedenden Stickstoff abgekühlt wird. Im erzeugten Wasserstoff sind dann nur noch etwa 1,3% Stickstoff und 0,7% Kohlenoxyd enthalten. Der zur Abkühlung des Koksofengases notwendige Stickstoff wird dadurch verflüssigt, daß man ihn in hochverdichtetem Zustand ebenfalls in Gegenströmern durch einen Teil der den Trennungsapparat verlassenden Gase herunterkühlt und dann entspannt (Thomson-Joule-Effekt).

Im einzelnen legen die Gase innerhalb des Trennapparates folgende Wege zurück<sup>1)</sup>:

<sup>1)</sup> Siehe Tafel II



Das vom Vorkühler kommende Koksofengas tritt mit etwa  $-45^{\circ}$  zunächst in den „warmen Ast“ ein. Dieser Gegenströmer ist als stehender Röhrenkühler ausgebildet; ein Röhrenbündel, aus einer sehr großen Anzahl von Röhrenchen bestehend, wird innen von Wasserstoff, Kohlenoxyd und Methan von unten nach oben durchströmt, während das Koksofengas die Röhrenchen von außen in umgekehrter Richtung umspült. In diesem Ast wird bereits eine so tiefe Temperatur erreicht, daß Propylen und höher siedende Kohlenwasserstoffe flüssig anfallen.

Durch den darauffolgenden „kalten Ast“, einen Gegenströmer von gleichem Aufbau, geht das Gas von unten nach oben und wird durch entgegenströmenden Wasserstoff, entspannten Stickstoff, Methan und Kohlenoxyd weiter abgekühlt, wobei nun auch das Äthylen ausfällt. In der Regel läuft der größte Teil des Äthylens in diesem Ast nach unten, löst hierbei die etwa in fester Form ausgefallenen Bestandteile auf und sammelt sich zusammen mit den vom warmen Ast kommenden Kondensaten am unteren Ende des kalten Astes an. Sollte ein kleiner Teil des Äthylens vom Koksofengas mitgerissen werden, so scheidet er sich in dem zu diesem Zwecke hinter den kalten Ast eingebauten Abscheider ab. Durch zwei Regelventile werden diese Kondensate aus dem kalten Ast und dem Abscheider abgelaassen, sie bilden zusammen die Äthylenfraktion. Diese Fraktion enthält entsprechend der Löslichkeit bei den erreichten Temperaturen auch Methan, sowie etwas Kohlenoxyd, Stickstoff und Wasserstoff.

In dem „Zusatz- oder Verdampfungsgegenströmer“, durch den das Gas nun strömt, und der den gleichen Aufbau wie die Äste hat, wird es durch verdampfendes Methan und Kohlenoxyd und durch Wasserstoff weiter abgekühlt. Dabei wird der letzte Rest der schweren Kohlenwasserstoffe und das Methan kondensiert. Aus dem untersten Teil des Gegenströmers wird diese Methanfraktion abgezogen.

Das Koksofengas strömt darauf in das „Stickstoffverdampfungsgefäß“. Dieses besteht in der Hauptsache aus zwei Behältern; in dem einen siedet flüssiger Stickstoff bei einem Drucke von etwa 0,3 atü, in dem anderen unter Vakuum. Zur Vermeidung von Kälteverlusten ist der Vakuumbehälter innen in den unter Überdruck stehenden äußeren Behälter eingebaut. Zu-

nächst tritt das Gas in eine Spirale ein, die unten in dem im äußeren Behälter siedenden Stickstoff liegt. Von hier aus geht das Gas in den unteren Teil des inneren Behälters, in dem es beim Aufsteigen zuerst durch reinen Wasserstoff weiter abgekühlt wird. Den oberen Teil des inneren Behälters bildet das Vakuumgefäß. Durch dieses ist eine große Anzahl von senkrechten Röhren gezogen, durch die das Gas von unten nach oben strömt, während um die Röhren herum der flüssige Stickstoff unter Vakuum verdampft. In der im äußeren Verdampfungsgefäß liegenden Spirale und in den Röhren des inneren Vakuumgefäßes wird dem Gase die zur Verdampfung des Stickstoffs notwendige Wärme entzogen, und es wird dadurch auf eine solch tiefe Temperatur abgekühlt, daß der am Kopfe des Vakuumgefäßes allein noch gasförmig bleibende Wasserstoff fast vollkommen rein gewonnen werden kann. Die im äußeren und inneren Verdampfungsgefäß verflüssigten Kondensate, der letzte Rest des Methans, Kohlenoxyd und Stickstoff, sammeln sich zusammen im untersten Teil (Sumpf) des inneren Behälters und werden von da als Kohlenoxydfraktion abgelassen und in den Verdampfungsgegenströmer entspannt. Der reine Wasserstoff geht vom Kopfe des Vakuumgefäßes durch die bereits erwähnte im unteren Teil des inneren Gefäßes liegende Spirale und darauf ebenfalls zum Verdampfungsgegenströmer.

Der gewonnene Wasserstoff und die ausgeschiedenen Fraktionen durchströmen dann die genannten Gegenströmer, in der angegebenen Weise das ankommende Koksofengas abkühlend und sich selbst bis nahe an dessen Eintrittstemperatur erwärmend.

Der Hochdruckstickstoff, der mit etwa  $-45^{\circ}$  vom Vorkühler kommt, wird vor seinem Eintritt in den Trennapparat in drei Teilströme geteilt, deren Mengen durch Verteilungsventile so eingestellt werden, daß jeweils die Differenzen der Austauschtemperaturen an den warmen Enden der drei Hochdruckstickstoff-Gegenströmer ein Mindestmaß erreichen.

Der erste Teil des Hochdruckstickstoffs geht durch den Äthylen-Gegenströmer, wo er durch verdampfendes und sich erwärmendes Äthylen abgekühlt wird. Dieser Äthylen-Gegenströmer ist zumeist ein längeres zylindrisches Gefäß, in dessen Innerem viele zu Spiralen gewundene Hochdruckröhren ange-

ordnet sind. Durch die Röhren strömt der Hochdruckstickstoff von oben nach unten, um sie herum in umgekehrter Richtung das Äthylen.

Der zweite Teil des Stickstoffs geht durch einen Gegenströmer der gleichen Bauart dem vom kalten Ast kommenden entspannten Stickstoff entgegen. Diese heißen Teilströme vereinigen sich dann und werden gemeinsam in zwei weiteren untereinander liegenden eben solchen Gegenströmern weiter abgekühlt, zunächst durch gasförmiges Methan, das vom Verdampfungsgegenströmer kommt, und darnach durch flüssiges Methan, das aus dem untersten Teil des Verdampfungsgegenströmers abgelassen wird.

Der dritte Teil des Hochdruckstickstoffs wird in einem längeren Gegenströmer, der dieselbe Bauweise besitzt wie die anderen Hochdruckstickstoff-Gegenströmer, durch den vom inneren Verdampfungsgefäß kommenden Vakuum-Stickstoff heruntergekühlt. Hiernach vereinigen sich wieder die Teilströme des Hochdruckstickstoffs. In einem Regelventil wird der Stickstoff dann auf den Druck des äußeren Stickstoffverdampfungsgefäßes entspannt, wodurch er fast vollständig verflüssigt wird, und in das Gefäß hineingegeben.

Der größte Teil des Stickstoffs verdampft hier bei etwa 0,3 atü, indem er — wie beschrieben — seine Verdampfungswärme dem Koksofengas entzieht, und strömt dann rückwärts durch die genannten Gegenströmer dem Koksofengas und dem Hochdruckstickstoff entgegen zum Apparat hinaus. Ein kleinerer Teil des verflüssigten Stickstoffs wird flüssig aus dem äußeren Gefäß entnommen, in einer im abziehenden Vakuum-Stickstoff liegenden Spirale unterkühlt und dann durch ein Regelventil in das innere Verdampfungsgefäß entspannt. Dort siedet dieser Teil des Stickstoffs unter einem Druck von etwa 0,2 ata, dabei das zu zerlegende Gas auf seine tiefste Temperatur abkühlend. Der im Vakuumgefäß verdampfte Stickstoff verläßt den Apparat durch den Gegenströmer, in dessen unterem Teil er den zum Vakuumgefäß gehenden flüssigen Stickstoff unterkühlt und in dessen oberem Teil er seine Kälte an Hochdruck-Stickstoff abgibt.

Flüssigkeitsanzeiger, die die Flüssigkeitsstände in den Sumpfen und Gefäßen anzeigen, Differenzdruckmesser, die die Gas-mengen messen, Manometer, die die Drücke in allen Teilen des

Apparates erkennen lassen, Thermometer an den Gasein- und -ausgängen und im Stickstoffverdampfungsgefäß und eine Molekulargewichtswaage zum Messen der Gasdichten gestatten, den Betriebszustand des Trennapparates genau zu überwachen.

Die Zerlegungserzeugnisse werden nach ihrem Austritt aus dem Trennapparat — wie beschrieben — zur Vorkühlung des Koksofengases verwandt und darauf ihrem weiteren Verwendungszweck zugeführt. Die Äthylen-, Methan- und Kohlenoxydfractionen und das vom Entgaserkessel oder der Entgasergrube kommende Entgasergas verlassen die Anlage meistens in einer gemeinsamen Leitung, zum „Restgas“ vereinigt.

8 Die Auftauvorrichtung. Auch bei bester Vorreinigung des Gases reichern sich in den Trennapparaten mit zunehmender Betriebsdauer verschiedene Gasbestandteile in fester Form an, insbesondere Wasser und Benzol, aber auch Kohlensäure, und bewirken dadurch Verstopfungen oder schlechten Kälteaustausch der Gegenströmer. Die Betriebsdauer der Apparate ist deshalb begrenzt. Außerdem enthält das Koksofengas oft in geringen Spuren Gasbestandteile (Stickoxyde), die durch chemische Reaktionen Ablagerungen bilden, wodurch ebenfalls die Laufzeit der Apparate herabgesetzt wird. Die Laufzeit wird bei guter Wirksamkeit der Vorreinigung und gewöhnlicher Beschaffenheit des Ausgangsgases etwa 600 Betriebsstunden betragen, jedoch läßt sich über die Betriebszeit Allgemeingültiges nicht aussagen, da sie aus den angeführten Gründen u. U. kürzer gehalten werden muß oder auch länger dauern kann.

Nach jeder Betriebszeit ist der Zerlegungsapparat aufzutauen. Diese Betriebsunterbrechung dauert ungefähr 18 Stunden — wenn Laugeausspülungen wegen Ablagerungen notwendig werden, auch 36 Stunden; sie ist auch der Grund dafür, daß für einen ununterbrochenen Betrieb immer mindestens zwei Trennapparate in einer Zerlegungsanlage vorhanden sein müssen.

Zum Auftauen dient ein Gebläse, mit dem Stickstoff sowohl aus der Sammelleitung in den Apparat geblasen, als auch in ständigem Kreislauf umgewälzt werden kann. Zwei Anwärmer dienen zum Anwärmen des Auftaustickstoffs, einer für die Auftauung des Stickstoffteiles, der andere für die des Koksofengas-teiles. Eine große Anzahl von Verteilungs- und Sammelleitungen und von Ventilen an den Ein- und Austritten der Gase am Ap-

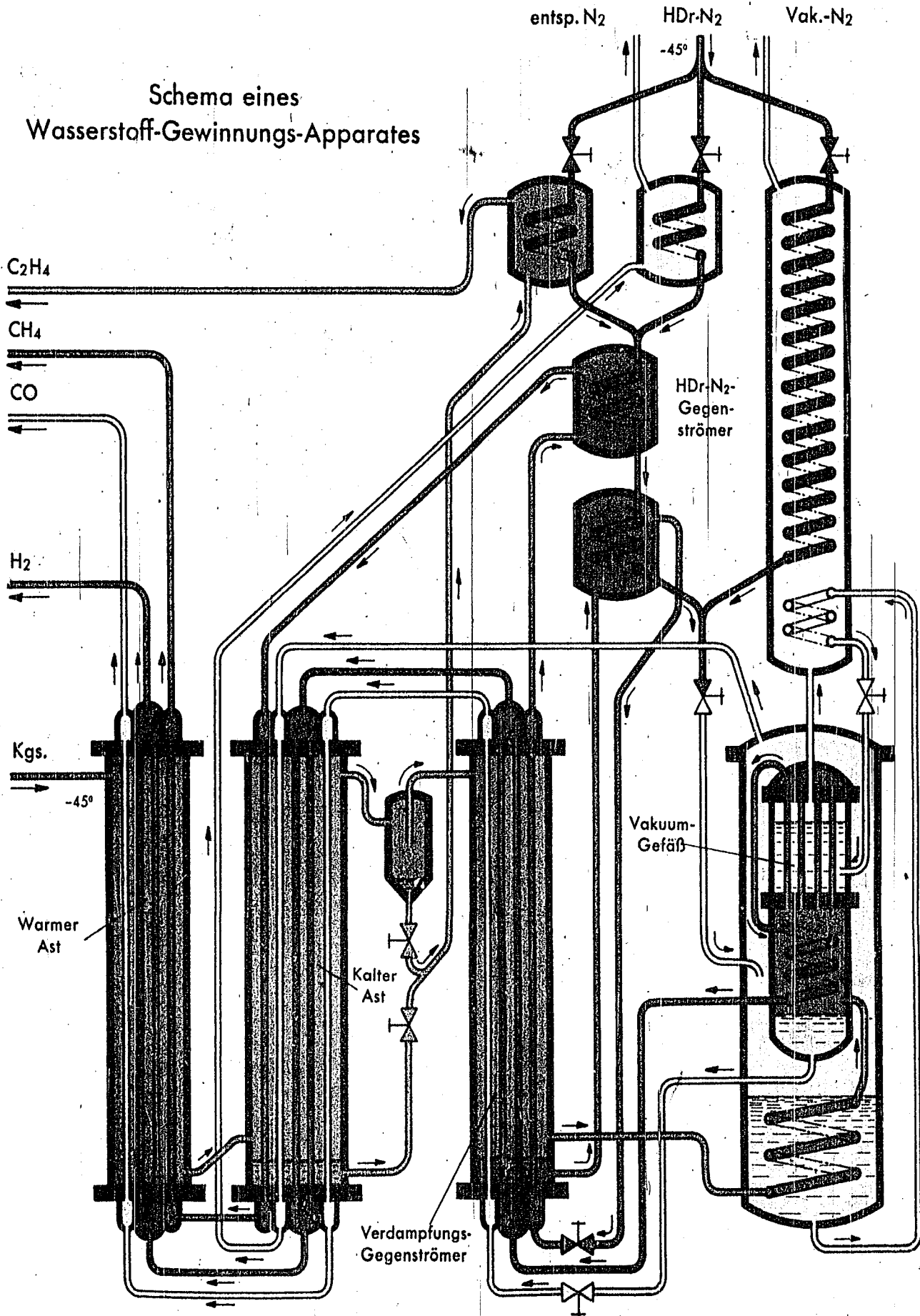
parat gestattet die richtige Verteilung des Auftaustickstoffs auf die einzelnen Teile des Apparates.

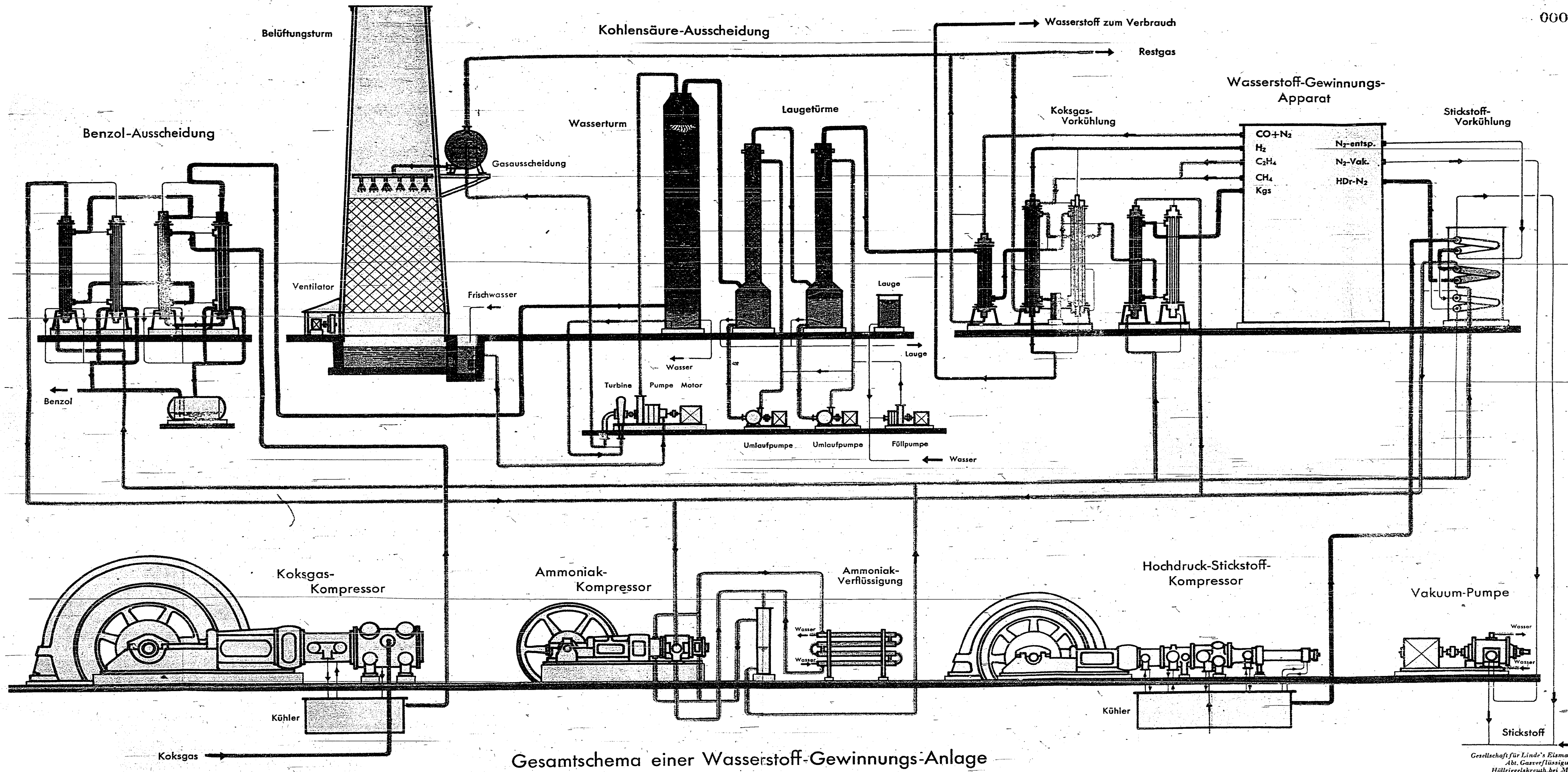
9. Größere Koksofengas-Zerlegungsanlagen bestehen aus mehreren Einheiten. Um nun diese Vielheit der Maschinen und Apparate auch richtig ausnutzen zu können, werden zwischen die einzelnen Anlagenteile Verteilungsspinnen in die Leitungen eingeschaltet; diese Spinnen gestatten es, je nach den Betriebserfordernissen wahlweise jeden Apparat mit jedem Verdichter oder jeder Kohlsäureauswaschung usw. zu verbinden.

) Zu einer Wasserstoff-Gewinnungsanlage gehört noch eine Kälteanlage. Sie dient zur Trocknung und Vorkühlung der Gase in den bereits besprochenen Vorkühlern. Im wesentlichen besteht sie aus den Kältemaschinen (zweistufigen Ammoniakverdichtern, auch Eismaschinen genannt) mit ihren Kondensatoren (Verflüssigern) und den genannten Vorkühlern (Verdampfern). An eine Anlage sind in der Regel die Vorkühler der Stickstoff-Gewinnungs- und der Wasserstoff-Gewinnungsanlage angeschlossen. Die Benzolausscheidung besitzt meist ihr eigenes Ammoniaksystem.

Die Wirkungsweise und der Betrieb dieser Kälteanlage ist genau gleich denen für gewöhnliche Sauerstoff- und Stickstoffanlagen; wir verweisen daher auf die Erläuterungen in unserer bereits genannten Schrift „Beschreibung und Betriebsvorschrift für Sauerstoff- und Stickstoffanlagen“.

Schema eines  
Wasserstoff-Gewinnungs-Apparates





Gesamtschema einer Wasserstoff-Gewinnungs-Anlage

Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G.  
Abt. Gasverflüssigung  
Höllriegelskreuth bei München